

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10069639 A

(43) Date of publication of application: 10.03.98

(51) Int. Cl

G11B 7/00**G11B 7/125**

(21) Application number: 09138585

(71) Applicant: CANON INC

(22) Date of filing: 28.05.97

(72) Inventor: ASHINUMA TAKAAKI
MIYASHITA AKIRA

(30) Priority: 04.06.96 JP 08141509

**(54) TEST RECORDING METHOD WHEN EXECUTING
LAND AND GROOVE RECORDING AND
OPTICAL INFORMATION RECORDING AND
REPRODUCING DEVICE USING THIS METHOD**

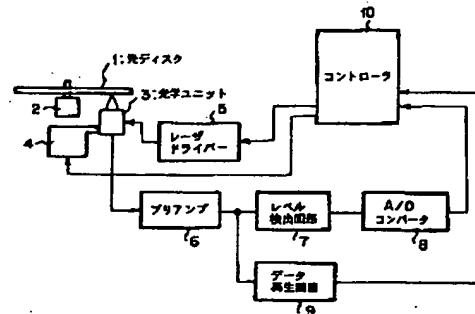
reproduction level of the sectors of k pieces of the
sectors when the N track is reproduced.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To execute test recording suitable for a land and groove recording by setting optimum erasing power in accordance with the reproducing signals of recording tracks and plural different erasing power.

SOLUTION: The $N-1$, N , $N+1$ tracks of a disk 1 are traced by irradiating the tracks with a light beam of the prescribed erasing power complying with the recording power from an optical unit 3 while the magnetic field in an erasing direction is impressed on the disk 1. The slightly higher power is set as the erasing power of this time so as to enable the sure erasure of the tracks in a test recording region. A controller 10 starts test recording after the end of the erasure. The controller 10 ends the reproduction of the N track and determines the optimum recording power of a semiconductor laser in accordance with the relation between the recording power for k pieces of the sectors of the $N+1$ track and the



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-69639

(43)公開日 平成10年(1998)3月10日

(51)Int CL⁶
G 11 B 7/00
7/125識別記号
9464-5DF I
G 11 B 7/00
7/125技術表示箇所
M
C

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 21 頁)

(21)出願番号 特願平9-138585
 (22)出願日 平成9年(1997)5月28日
 (31)優先権主張番号 特願平8-141509
 (32)優先日 平8(1996)6月4日
 (33)優先権主張国 日本 (JP)

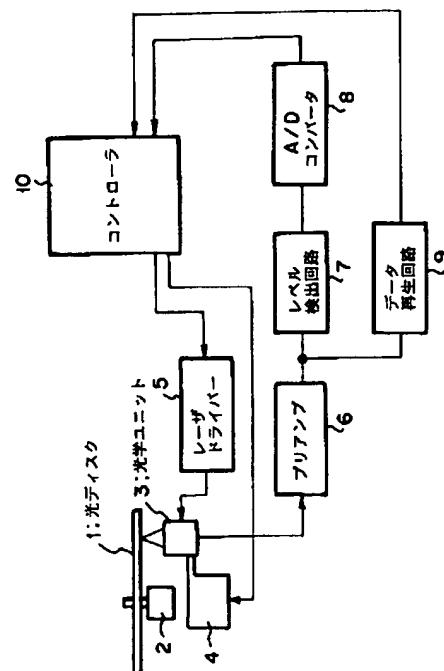
(71)出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (72)発明者 芦沼 孝昭
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (72)発明者 宮下 朗
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (74)代理人 弁理士 山下 積平

(54)【発明の名称】 ランド・グループ記録を行う場合のテスト記録方法及び該方法を用いた光学的情報記録再生装置

(57)【要約】

【課題】 消去パワーについては考慮されておらず、隣接トラックの情報の破壊や再生信号の劣化、データの損失などを招く問題があった。

【解決手段】 記録媒体のランドとグループに記録された情報を消去するにあたり、光源の光出力の最適パワーを決定するテスト記録方法において、記録媒体の所定トラックに所定の信号を記録するステップと、信号が記録されたトラックを複数の異なる消去パワーで消去するステップと、信号が記録されたトラックを再生して再生信号を検出するステップと、再生信号と複数の異なる消去パワーに基づいて最適な消去パワーを設定するステップとを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】記録媒体のランドとグループに記録された情報を消去するにあたり、光源の光出力の最適パワーを決定するテスト記録方法において、前記媒体の所定トラックに所定の信号を記録するステップと、

前記信号が記録されたトラックに隣接するトラックを、複数の異なる消去パワーで消去するステップと、

前記信号が記録されたトラックを再生して再生信号を検出するステップと、

前記再生信号と前記複数の異なる消去パワーに基づいて、最適な消去パワーを設定するステップとを備えることを特徴とするランド・グループ記録を行う場合のテスト記録方法。

【請求項2】前記消去パワーは、前記再生信号の振幅が低下し始める直前のパワーに設定されることを特徴とする請求項1に記載のランド・グループ記録を行う場合のテスト記録方法。

【請求項3】前記消去パワーは、前記消去パワーの増加に伴って変化する再生信号の振幅の変化率が所定値以上の領域で少なくとも2点の再生信号振幅を結んだ直線と、再生信号の振幅の略最大値の直線との交点におけるパワーに設定されることを特徴とする請求項1に記載のランド・グループ記録を行う場合のテスト記録方法。

【請求項4】記録媒体のランドとグループに記録された情報を消去するにあたり、光源の光出力の最適パワーを決定するテスト記録を実行する光学的情報記録再生装置において、

前記媒体の所定トラックに所定の信号を記録する手段と、

前記信号が記録されたトラックに隣接するトラックを、複数の異なる消去パワーで消去する手段と、

前記信号が記録されたトラックを再生して再生信号を検出する手段と、

前記再生信号と前記複数の異なる消去パワーに基づいて、最適な消去パワーを設定する手段とを備えることを特徴とする光学的情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光記録媒体に対し光源の最適パワーを決定するテスト記録方法、特にランド・グループ記録を行う場合のテスト記録方法及びそれを用いた光学的情報記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、光ディスクの記録密度を向上する技術として、单一チャネル周波数のCAV方式から複数のチャネル周波数を持ったZCAV方式に、マークポジション記録からマークエッジ記録へと移行してきている。また、レーザの短波長化や高能率符号化なども高密度化のための技術として研究がなされている。

特に、最近においては、ディスク上にランドとグループを等間隔で形成し、その両方に記録を行い、隣接トラックからのクロストークはランドとグループのそれぞれに対する光路差によって生じる干渉を利用して抑圧するというランド・グループ記録が注目されている。ランド・グループ記録に関しては、例えば特開昭63-57859号公報、特開平5-282805号公報、特開平2-177027号公報などに開示されている。

【0003】一方、ディスクとドライブ装置の互換性をとり、情報を良好に記録するために種々のテスト記録方法も提案され、実用化に至っている。このようなテスト記録は、情報の記録前に、記録パワーを変化させながらディスクに試し記録を行い、その再生信号を評価して記録に最適な記録パワーを決定するというものである。最適パワーを決定する方法としては、例えばエラーレートが最小になる記録パワーを検出する方法、再生信号振幅が最大になる記録パワーを検出する方法、あるいは再生信号のアシンメトリーが0となる記録パワーを検出する方法などが知られている。また、記録を行ったトラックの隣接トラックのクロストーク量を検出し、検出されたクロストーク量が所定値以下になるように最適パワーを決定する方法も提案されている（特開平7-220280号公報）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来は最適な記録パワーの設定は行っていたが、最適な消去パワーの設定については、何等考慮されていなかった。因に、消去パワーの設定が不適切であると、隣接トラックの情報の破壊を引き起し、再生信号の劣化、データの損失を招いてしまうという問題があった。

【0005】そこで、本発明は、上記従来の事情に鑑み、ランド・グループ記録に適したテスト記録方法及びそれを用いた光学的情報記録再生装置を提供することを目的としたものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、記録媒体のランドとグループに記録された情報を消去するにあたり、光源の光出力の最適パワーを決定するテスト記録方法において、前記媒体の所定トラックに所定の信号を記録するステップと、前記信号が記録されたトラックに隣接するトラックを、複数の異なる消去パワーで消去するステップと、前記信号が記録されたトラックを再生して再生信号を検出するステップと、前記再生信号と前記複数の異なる消去パワーに基づいて、最適な消去パワーを設定するステップとを備えることにより達成される。

【0007】また、本発明の目的は、記録媒体のランドとグループに記録された情報を消去するにあたり、光源の光出力の最適パワーを決定するテスト記録を実行する光学的情報記録再生装置において、前記媒体の所定トラックに所定の信号を記録する手段と、前記信号が記録され

たトラックに隣接するトラックを、複数の異なる消去パワーで消去する手段と、前記信号が記録されたトラックを再生して再生信号を検出する手段と、前記再生信号と前記複数の異なる消去パワーに基づいて、最適な消去パワーを設定する手段とを備えることにより達成される。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の光学的情報記録再生装置の一実施形態を示したブロック図である。図1において、1は情報記録媒体であるところの光ディスクであり、ランドとグループが等間隔に形成されたランド・グループ記録用のディスクである。光ディスク1はスピンドルモータ2の駆動によって所定の速度で回転する。光ディスク1の下部には、光ビームを照射してディスク1のランドとグループに情報を記録、再生する光学ユニット3が設けられている。光学ユニット3は光源の半導体レーザ、そのレーザビームを微小光スポットに絞り込む対物レンズ、ディスク1からの反射光を受光する光センサなど種々の光学素子から構成されている。光学ユニット3は光学ユニット駆動系4の駆動によりディスク1の半径方向に移動でき、ディスク1の所望のトラックにアクセスできるように構成されている。

【0009】レーザドライバー5はコントローラ10の制御に基づいて光学ユニット3内の半導体レーザを駆動するレーザ駆動回路である。情報の記録時は、レーザドライバー5は、半導体レーザの光出力を変調し、それをディスク1に照射することで情報の記録を行う。また、情報の再生時は、半導体レーザの光出力を一定の低いパワーに制御する。プリアンプ6は光学ユニット3の光センサの出力信号を電流-電圧変換して再生信号を出力するためのアンプである。光ディスク1のトラックは複数のセクタに分割され、各々のセクタはプリフォーマットされたID部とデータの記録を行うMO部からなっているが、いずれも再生用ビームの反射光を受光する光学ユニット3内の光センサで受光された反射光はプリアンプ6で電流-電圧変換され、再生信号としてデータ再生回路9に出力される。

【0010】データ再生回路9は再生信号を用いて所定の信号処理を行い、ディスク1上のデータをコントローラ10が識別できる形に変換し、再生データを生成するための回路である。コントローラ10は、そのうちID部の再生データから光学ユニット3の光スポットの位置情報を得て、レーザスポットがディスク1のどの位置を走査しているのかを認識することができる。また、コントローラ10は得られた位置情報をもとに光学ユニット駆動系4を制御し、光学ユニット3をディスク1の目的の位置にアクセスする制御を行う。

【0011】レベル検出回路7は再生信号の振幅レベルを検出する回路であり、検出された振幅レベルはA/D

コンバータ8でコントローラ10に取り込まれる。レベル検出回路7はテスト記録時に用いられ、詳しく後述するように再生信号の振幅レベルをもとに半導体レーザの最適記録パワーが決められる。コントローラ10は本実施形態の光学的情報記録再生装置の主制御回路であり、レーザドライバー5や光学ユニット駆動系4など各部を制御してディスク1に情報を記録したり、記録情報を再生する。また、コントローラ10は詳しく後述するように各部を制御してディスク1にテスト記録を行い、最適記録パワー、最適消去パワーなどを決定する。

【0012】図2は図1の装置に使用されるテスト記録方法の第1の実施形態を示したフローチャートである。このテスト記録は、例えばディスク1が装置にセットされたときに行うものとする。なお、第1の実施形態では、光ディスク1は光磁気ディスク、記録方式は光変調方式、記録形態はマークポジション記録であるものとする。図2において、まず、ディスク1が装置にセットされると、コントローラ10はディスク1のテスト記録領域のN-1, N, N+1トラックを消去する(S1)。図3にこのテスト記録領域を示している。本実施形態では、図3のテスト記録領域のうちNトラック(グループ)及びN+1トラック(ランド)を用いるのであるが、N-1トラックからのクロストークの影響を除去するため、N-1トラックも消去する。

【0013】また、図3のテスト記録領域のトラックのうちN+2トラックは直接テスト記録に使用しないが、テスト記録時に他の領域のデータが破壊される恐れがあるので、N+1トラックの隣接トラックであるN+2トラックを緩衝領域として確保している。S1の消去を行うには、図1のバイアスマグネット(図示せず)を駆動し、バイアスマグネットからディスク1に消去方向の磁界を印加する。この磁界を印加しながら光学ユニット3から記録パワーに準じる所定消去パワーの光ビームを照射し、ディスク1のN-1, N, N+1トラックにトレースする。このときの消去パワーとしては、隣接トラックに対するクロスライトは問題にならないので、テスト記録領域のトラックを確実に消去できるように高めのパワーに設定するのが望ましい。

【0014】消去を終了すると、コントローラ10は図3のテスト記録領域にテスト記録を開始する。具体的に説明すると、まず、コントローラ10は記録パワー P_w の初期値を P_0 に設定し、記録パワー及び記録するセクタを指示するkの値を0に設定する(S2)。次いで、コントローラ10はN+1トラックのM+2+kセクタに $P_w = P_0 + k \cdot \Delta P$ の記録パワーで所定の信号パターンを記録する(S3)。この場合、k=0であるので、N+1トラックのMセクタに $P_w = P_0$ の記録パワーで記録する。Mセクタの記録を終了すると、コントローラ10はkに1を加算し、次に記録する記録パワーを $P_w = P_0 + \Delta P$ とする(S4)。次いでk=10である

るかどうかを判定し (S5)、このときは $k = 1$ であるので、再び S3 に戻って $M + 2 \cdot k$ セクタに $P_w = P_0 + \Delta P$ の記録パワーで所定の信号パターンを記録する。この場合は、 $k = 1$ であるので、 $M + 1$ セクタを飛ばして $M + 2$ セクタに記録を行う。

【0015】このように S3～S5 の処理を繰り返し行い、M セクタから $M + 2$ セクタ、 $M + 4$ セクタ…というように 1 セクタおきに、かつセクタごとに記録パワーを ΔP づつ増加しながら記録を行う。図4 (a) にこのときの記録パワー (レーザパワー) を示している。記録パワーは前述のように ΔP づつ段階的に増加し、最後のセクタで最大となる。ここで、本実施形態では、S5 で $k = 10$ になったところで記録を終了し、 k の終値を 9 としているが、 $k = 0$ の場合の記録パワーの最小値 P_0 はクロスライトを生じるパワーよりも十分に小さく、 $k = 9$ の場合の記録パワーの最大値 ($P_0 + 9 \cdot \Delta P_0$) は確実にクロスライトを生じるパワーに設定している。

【0016】また、記録を行う場合は、図1のバイアスマグネット (図示せず) からディスク1に消去方向とは逆方向の記録用磁界を印加しながら、光学ユニット3から前述のような記録パワーの光ビームを照射することによって記録を行う。図4 (b) に以上のテスト記録によって記録された $N + 1$ トラック上のビットを示している。図4 (b)においては、記録パワーの増加に伴い、徐々にビットの形状が大きくなり、隣接トラックへのクロスライトを生じていることがわかる。なお、本実施形態では、1 セクタおきにテスト記録を行うことで、半導体レーザのパワー変更に要する時間を確保している。

【0017】記録を終了すると、コントローラ10は先に記録した $N + 1$ トラックの隣の N トラックに再生用ビームをトレースしてその再生信号レベルを検出する。具体的には、まずコントローラ10は $k = 0$ とする (S6)。次いで、 N トラックの $M + 2 \cdot k$ セクタを再生し、その再生レベルを検出する (S7)。この場合は、 $k = 0$ であるので、 N トラックの M セクタが再生され、レベル検出回路7で再生レベルを検出して A/D コンバータ8でコントローラ10に取り込まれる。コントローラ10は、得られた再生レベルをセクタ番号と対応させて記憶しておく。但し、 N トラックには記録がなされているわけではないので、データとしては認識されない。 N トラックの M セクタは図3のように $N + 1$ トラックの M セクタに隣接しているので、検出された再生レベルは $N + 1$ トラックからのクロストーク成分を含んでいる。

次いで、コントローラ10は $k = k + 1$ とした後 (S8)、 $k = 10$ であるかどうかを判定する (S9)、このときは、 $k = 1$ であるので、S7 に戻って $k = 1$ で指示される N トラックの $M + 2$ セクタを再生する。 N トラックの $M + 2$ セクタは同様に先の $N + 1$ トラックにテスト記録された $M + 2$ セクタに隣接している。再生されたレベルはレベル検出回路7で検出され、A/D コンバ

タ8でコントローラ10に取り込まれる。得られた再生レベルは同様にセクタ番号と対応させてメモリに記憶させておく。

【0018】コントローラ10は S7～S9 を繰り返し行い、 N トラックを M セクタ、 $M + 2$ セクタ、 $M + 4$ セクタ…というように 1 セクタおきに再生していく。即ち、 $N + 1$ トラックのテスト記録されたセクタに隣接するセクタを順次再生し、得られた再生レベルをセクタ番号と対応させてメモリに記憶していく。図4 (d) に N トラックの再生信号を示している。再生信号の振幅レベルは $N + 1$ トラックのピットの大きさ、即ちテスト記録時のレーザパワーの大きさに応じて高くなっている。また、図4 (e) はレベル検出回路7の出力信号を示している。レベル検出回路7はピークホールド特性を持っていて、図4 (d) の再生信号のピーク値をホールドし、図4 (e) のような信号を再生レベルとして検出する。本実施形態では、このようにピークホールド特性を持たせることにより、テスト記録時の変調パターンに依存することなく、高感度で再生信号のレベルを検出できるようしている。但し、ノイズなどによる誤検知も考えられるので、例えば所定のセクタの再生期間内に再生信号の複数のレベルデータをサンプリングし、それらを平均化するなどノイズの影響を除去するのが望ましい。

【0019】仮に、レベル検出回路7を平均値検波器で構成した場合、その時定数を大きくすることでノイズの影響を低減できるが、感度は低下するので、感度を高めるためにはテスト記録時の変調信号のパターンは密度の高いパターンを用いるのが望ましい。ところで、テスト記録に用いる変調信号は、コントローラ10内にテスト記録用の信号生成器を設けて生成してもよいが、通常の記録に用いる変調則で生成される信号パターンを用いてもよい。このようにすると、構成を簡単化ができるが、精度をよくするために、信号パターンは单一周期信号であるのが望ましい。特に、レベル検出回路7を前述のように平均値検波器で構成した場合、その出力は信号パターンに直接依存するため、本来の隣接トラックのクロスライト量を検出するには、信号パターンは单一周期信号であるのが最も好ましい。また、通常のデータの記録時は、1 セクタ分のデータの後部にエラー訂正用の ECC が付加されるので、テスト記録時はこの ECC 部を避けてレベルデータの取り込みを行うか、ECC を付加しない記録モードを用いるかといった工夫が必要である。

【0020】図2に戻る。コントローラ10は S9 で $k = 10$ になると、 N トラックの再生を終了する。そして、それまでに得られた $N + 1$ トラックの k 個のセクタに対する記録パワーと、 N トラックを再生した場合の k 個のセクタの再生レベルの関係に基づいて半導体レーザの最適記録パワーを決定する (S10)。図5に $N + 1$ トラックの記録パワーと N トラックの再生信号レベルの

関係を示している。図5においては、記録パワーが P_{TH} までは再生信号レベルは徐々に増加している。これは、図4 (b) のように $N+1$ トラック上のピットが徐々に大きくなり、それが再生時のクロストークによって検出されたものである。

【0021】一方、記録パワーが P_{TH} を超えると、再生信号レベルは急激に増加していることがわかる。これは、 N トラックに対するクロスライトが始まり、 N トラック上のクロスライト成分が再生レベルとして検出されたことを表わしている。コントローラ10は図5の記録パワーと再生信号レベルの関係から算術演算によって変曲点の記録パワー P_{TH} を求め、得られた記録パワーを最適記録パワーとして決定する。コントローラ10はレーザドライバー5を制御して半導体レーザの記録パワーを最適記録パワーに設定し、以後そのディスクに対しては得られた最適記録パワーでデータの記録を行う。以上で一連のテスト記録を終了する。

【0022】なお、最適記録パワーを決定する場合、変曲点の記録パワー P_{TH} にマージンを見込んで、定数倍した値を最適記録パワーとしてもよいし、所定の再生信号レベルとなるときの記録パワーを定数倍して最適記録パワーとしてもよい。また、ディスク1の半径位置に応じて線速が変化する方式の装置の場合は、記録位置によって線速が変わるので、当然記録半径位置に応じて最適記録パワーを変える必要がある。このような場合は、所定の半径位置で最適記録パワーを求め、それに基づいてディスク1の半径位置に対応する最適記録パワーを比例演算によって算出してもよい。また、ディスク1の各半径位置に応じたより正確な最適記録パワーを得るためにには、ディスク1の複数の半径位置で前述のようなテスト記録を行って最適記録パワーを求め、得られた最適記録パワーを用いて補間処理を行うことで、ディスク1の半径位置とそれに応じた最適記録パワーをコントローラ10内にデータテーブルとして設けるのが望ましい。

【0023】ところで、以上の説明は、前述のようにマークポジション記録の場合のテスト記録方法であるが、このようなマークポジション記録においてはクロスライトを考慮せずに最良の再生信号が得られるような記録を行うという条件で最適記録パワーを決定すると、最適記録パワーの選択の幅は比較的広いと考えてよい。これは、記録パワーを増減してもピットの大きさが円形に拡がるだけで、情報の存在するピットの中心と次のピットの中心との相対関係には大きな変化がないからである。記録パワーの増減によって生ずる再生信号レベルの増減は、 S/N として再生信号の品位に影響を与えるが、一般に必要とされるエラーレートを確保するだけならパワーマージンは比較的広いのである。

【0024】そこで、これと図4 (a) のように単パルス状の変調波形で円形のピットを形成し、隣接トラックのクロスライト成分からの最適記録パワーを決定する方

法と比較すると、本実施形態のようにクロスライトを考慮して決定した最適記録パワーと前述のようなクロスライトを無視して S/N を最良とすることを目的に決定した最適記録のパワーとは明らかに前者の方が最適記録パワーは低い値が得られる。つまり、本実施形態による方法で決定した最適記録パワーでデータを記録すると、従来の方式と比較して S/N では劣るが、前述のようにパワーマージンは広いため、必要なエラーレートを満足することは可能である。

【0025】ここで、もし変調波形の制約をなくして、円形ピットを形成することを条件とせずにクロスライトを防止しようとすると、図6に示すように最密パターンのデューティーが50%となるピット形状が S/N 的に最良である。このようなピットを形成するには、レーザの変調方法に何らかの工夫が必要となるが、図6のようなピットを形成して S/N を最良とすることを目的に得られた最適記録パワーと本実施形態による方法で得られた最適記録パワーとは近い値をとる可能性がある。このような場合は、当然両者の結果のうち小さい記録パワーを採用することが望ましい。従って、このように最適記録パワーを異なる方法で求めた場合は、得られた最適記録パワーのうち小さい記録パワーを最適値と決定することで、より良好なテスト記録を実現することができる。

【0026】次に、通常の消去時のレーザパワーの決定方法について説明する。消去パワーを決定する方法としては、1つには前述の方法で得られた最適記録パワーに1以下の所定値を乗算して消去パワーとする方法がある。この所定値は媒体の熱特性や線速等によって決定される。しかし、最適記録パワーはパルス点灯時の最適値であり、また、パルス点灯波形（レーザ変調波形）には相当量の機体差があることを考えると、簡単であるという利点はあるものの、十分な精度が得られない可能性がある。但し、この方法が有効である理由の1つとして、消去時は半導体レーザを連続点灯しているので、クロスライトと同意のクロスイレースを生じた場合でも、信号帯域とは分離可能で、単にキャリアの低下を引き起こすだけであることが挙げられる。つまり、クロスライトに比べて被害が小さく、その分パワーマージンが見込めるのである。

【0027】次に、もう1つの消去パワーを決定する方法について説明する。これは、前述のような最適記録パワーを求める方法に対して、レーザの変調波形が異なるだけである。即ち、変調波形のパルス幅がディスク1上での熱の流入と放出が等しくなるように、即ち飽和状態に達する時間以上とするものである。この飽和状態においては、ピットの半径方向への拡がりは連続点灯時と等しくなっている。本願発明者らの光磁気ディスクを用いた実験によれば、この幅はレーザビームの半径（ $1/e^2$ となる距離）の4倍以上とすれば、精度的に十分であることを確認できた。

【0028】具体的な方法としては、コントローラ10は図2の処理を行い、記録パワーと再生信号レベルの結果に基づいて最適消去パワーを決定する。図7にこのときの各部の信号を示している。図7(a)はレーザパワーで、前述のように段階に大きくなっている。また、このときのレーザパワーのパルス幅は、前述の如くパルスの後端においてディスク1上での熱の流入と放出が等しくなるように設定されている。図7(b)はこのようなレーザパワーで記録されたN+1トラック上のビット、図7(c)はそれに隣接するNトラックの様子を示している。そして、図7(c)のNトラックを再生すると、図7(d)のような再生信号が得られ、更にレベル検出回路7によって図7(e)のような再生信号レベルが得られる。

【0029】コントローラ10は、先の説明と全く同様に記録パワーと再生レベルに基づいて最適消去パワーを決定する。ここで、最適記録パワーと最適消去パワーを短時間で得るために、次のような手順でテスト記録を行うのが好ましい。即ち、ディスク1に信号パターンを記録する場合、同一記録パワーで変調波形(パルス幅)が記録パワー評価用のものと消去パワー評価用のものを記録する。図8(a)にこのときのレーザパワーのプロファイルを示している。各セクタの前半部に記録パワーを得るために信号パターン、後半部に消去パワーを得るために信号パターンを記録する。次に、Nトラックを再生する場合は、各セクタの再生レベルを2つの信号パターンに応じて独立して取り込み、メモリに記憶させておく。図8(b)はレーザパワーに対するディスク位置の関係を示しており、Mセクタ、M+2セクタ…には前述のようにレーザパワーは同じで変調波形の異なる2つの信号パターンが記録される。このようにすると、最適記録パワーと最適消去パワーとを検出するテスト動作が並行して行なわれるため、パワーの切り替え動作や所望のセクタへのシーク動作が少なくなり、テスト動作にかかる時間を短くできる。

【0030】次に、以上の説明は、光磁気ディスクに光変調方式でランド・グループ記録を行う場合のテスト記録方法であるが、他の方式のテスト記録方法について説明する。まず、光磁気ディスクに磁界変調方式でランド・グループ記録を行う場合のテスト記録方法について説明する。この方式の装置においては、情報を記録する場合、図1のレーザドライバー5は半導体レーザを一定の記録パワーで連続点灯し、一定強度の光ビームをディスク1のトラックに走査する。また、磁気ヘッド(図示せず)から記録情報に応じて変調された磁界をディスク1に印加し、光ビームの照射と変調磁界の印加によってデータを記録する。このような記録方式では、記録と消去は同時に行われるので(これをオーバーライトといいう)、最適記録パワーと最適消去パワーの区別はない。また、この記録方式は、特にマークエッジ記録に好適で

あるが、マークポジション記録、マークエッジ記録などの記録方式の種類に拘わらず、単に半導体レーザの連続点灯時にその熱効果が隣接トラックに及ばない最大のパワーを検出することで、最適記録パワーを得ることができる。

【0031】光磁気ディスク、磁界変調方式におけるテスト記録は、光変調方式の場合と同様に図2のフローチャートに従って行う。具体的に説明すると、まず、コントローラ10は図2に示すようにS1でテスト記録領域の消去を行う。消去を行う場合は、磁気ヘッド(図示せず)に一定方向の電流を供給し(便宜的に消去方向の電流という)、ディスク1に消去方向の磁界を印加する。また、光学ユニット3内の半導体レーザを消去に充分なパワーで連続点灯し、その光ビームをディスク1のテスト記録領域のトラックに走査する。消去を終了すると、コントローラ10はS2で $P_w = P_0$ 、 $k = 0$ とした後、S3～S5の処理を繰り返し行い、先の説明と同様に1セクタおきに記録パワーを増加しながら所定の信号を記録していく。この信号は前述のように一定強度の光ビームの照射と変調磁界の印加によって記録する。また、このときの変調信号パターンは任意であるが、前述のように信号生成器を設けてテスト記録用の信号パターンを作成してもよいし、通常の記録に用いる変調則で生成される信号パターンを用いてもよい。また、レベル検出回路7を平均値検波器で構成した場合は、信号パターンは单一周期であるのが望ましい。

【0032】記録を終了すると、コントローラ10はS6で $k = 0$ とした後、S7～S9の処理を繰り返し行い、N+1トラックに隣接するNトラックをMセクタ、M+2セクタ、M+4セクタ…というように1セクタおきに再生する。また、1つのセクタを再生することにレベル検出回路7で再生信号のレベルを検出し、再生信号レベルをA/Dコンバータ8で取り込んで、セクタ番号と対応させてメモリに記憶させておく。所定のセクタの再生を終了すると、コントローラ10はS10において、図9で説明したように記録パワーと再生信号レベルの関係に基づいて最適記録パワーを決定する。以上でテスト記録を終了する。なお、この場合は、前述のように最適記録パワーと最適消去パワーの区別はないので、最適消去パワーを求めるためのテスト記録は不要である。

【0033】次に、相変化タイプの光ディスクを用いた場合のテスト記録方法について説明する。相変化タイプの光ディスクの場合は、記録プロセスが光磁気ディスクの場合と異なっているので、テスト記録方法もこれまで説明した光磁気ディスクのテスト記録方法とは多少異なっている。相変化タイプによる記録は、オーバーライトが可能で、マークポジション記録方式であって、現在主流になってきている。図9に相変化タイプの光ディスクにデータを記録する場合のレーザ変調波形を示している。図9において、 P_B は既に書き込まれたデータを消

去するためのバイアスパワー、 P_w は新たにデータを記録するための記録パワーである。バイアスパワー P_B は目的の領域を消去するという本来の目的のための条件を満足することはもちろんのこと、隣接トラックのデータを消去しないという条件を満足する必要がある。この条件を条件1という。

【0034】記録パワー P_w は同様にデータを記録するという条件に加えて、隣接トラックに不要な記録をしないという条件を満足する必要がある。この条件を条件2という。また、記録パワー P_w は隣接トラックを消去しないという条件を満足する必要がある。これを条件3という。通常の記録においては、条件2は条件3を満足すれば自動的に満足することになる。条件2に基づいた最適記録パワー P_w を得るためのテスト記録は第1の実施形態のテスト記録方法をそのまま適用することができる。条件1、条件3に基づいた最適バイアスパワー P_B 、最適記録パワー P_w を得るためのテスト記録については、第4の実施形態で詳しく後述する。条件2は条件3に比べて重要度が低く、またテスト記録に要する時間は短いことが望ましいことを考慮すると、相変化タイプの光ディスクのテスト記録は、後述する第4の実施形態のテスト記録方法を用いるのが望ましい。また、最近では、通常のランド記録ではあるが、相変化タイプの光ディスクのマークエッジ記録も実現しつつあるので、相変化光ディスクにマークポジション記録またはマークポジション記録でランド・グループ記録を行う場合のテスト記録方法については第4の実施形態で詳しく説明する。

【0035】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。第1の実施形態では、 $N-1$ トラックに信号を記録し、それに隣接する N トラックを再生して再生レベルを検出したが、本実施形態は図3のテスト記録領域の $N-1$ トラックに加えて $N+1$ トラックにも同じ信号を記録し、その間の N トラックを再生して再生信号レベルを検出するという例である。図10に本実施形態のテスト記録方法を示している。図1と併せて本実施形態のテスト記録方法を説明する。図10において、まず、テスト記録に際し、コントローラ10は各部を制御して光ディスク1のテスト記録領域の消去を行う(S1)。本実施形態では、前述のように $N+1$ トラックにも記録するので、図3のテスト記録領域の $N-1$ 、 N 、 $N+1$ の3つのトラックを消去する。例えば、ディスク1が光磁気ディスクで、光変調方式であれば前述のようにバイアスマグネットから消去方向の磁界を印加し、光学ユニット3から消去パワーの光ビームをトレースすることで消去を行う。

【0036】消去を終了すると、コントローラ10は記録パワー P_w を初期値の P_0 に設定し、記録パワーと記録するセクタを指示する k の値を0に設定する(S2)。次いで、コントローラ10はS3～S5の処理を繰り返し行い、 $N+1$ トラックに信号を記録する。即

ち、 $N+1$ トラックの $k=0$ で指示される $M+2 \cdot k$ セクタに記録パワー P_w で所定の信号を記録(S3)、 $k=k+1$ とし、記録パワーを $P_w = P_0 + k \cdot \Delta P$ として記録パワーを ΔP_0 だけ増加(S4)、 $k=10$ であるか否かの判定(S5)を繰り返し行い、 $N+1$ トラックに M セクタ、 $M+2$ セクタ、 $M+4$ セクタ…というように1セクタおきに記録パワー P_w を ΔP_0 づつ増加しつつ所定の信号を記録していく。

【0037】S5で $k=10$ になると、コントローラ10は再び $P_w = P_0$ 、 $k=0$ とした後(S6)、S7～S9の処理を繰り返し行い、 $N-1$ トラックに $N+1$ トラックと同様に信号を記録する。即ち、 $N-1$ トラックに M セクタ、 $N+2$ セクタ、 $M+4$ セクタ…というように1セクタおきに記録パワーを ΔP_0 づつ増加しながら信号を記録していく。これにより、 $N+1$ と $N-1$ トラックの両方のトラックに1セクタおきに、かつ相対向するセクタ同志に同じ記録パワーで同じ信号が記録された状態となる。

【0038】S9で $k=10$ になると、コントローラ10は $k=0$ とした後(S10)、S11～S13の処理を繰り返し行い、 N トラックを再生する。この場合、 N トラックの M トラック、 $M+2$ トラック、 $M+4$ トラック…というように1セクタおきに再生し、レベル検出回路7で各々のセクタの $N-1$ 、 $N+1$ トラックからのクロスライト成分を含む再生信号レベルを検出する。得られた再生信号レベルはA/Dコンバータ8でコントローラ10に取り込まれ、セクタ番号と対応させてメモリに格納される。S13で $k=10$ になり、 N トラックの全てのセクタの再生を終了すると、コントローラ10は記録パワーと再生信号レベルの関係から最適記録パワーを決定する(S14)。最適記録パワーは、図4で説明したように変曲点の記録パワー P_{TH} を演算処理によって求め、得られた記録パワーを最適記録パワーとして決定する。

【0039】本実施形態では、 $N+1$ トラックに加えて $N-1$ トラックに対しても同じ信号を記録するので、 $N-1$ トラックに記録する分だけテスト記録に要する時間は増加するが、再生トラックである N トラックは内側と外側の両方の隣接トラックからのクロスライトの影響を受けるため、より実際の使用状態に近い形でテスト記録を行うことができ、第1の実施形態に比べてより最適な記録パワーを得ることができる。なお、第2の実施形態は、第1の実施形態と同様に、光磁気ディスクの光変調方式のランド・グループ記録、光磁気ディスクの磁界変調方式のランド・グループ記録などに使用することができる。

【0040】次に、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態は、 $N+1$ トラックに信号を記録して N トラックを再生する前に $N+1$ トラックを消去するという例である。この消去する点のみが第1の実施形態

と異なっている。図11に本実施形態のテスト記録方法を示している。図1と併せて説明する。図1において、まず、コントローラ10はテスト記録領域N-1, N, N+1トラックの消去を行う(S1)。次いで、コントローラ10は記録パワー $P_w = P_0$, $k = 0$ に設定した後(S2)、S3～S5の処理を繰り返し行い、N+1トラックに所定の信号を記録する。S3～S5の処理は図2、図10と全く同じで、N+1トラックにMセクタ、M+2セクタ、M+4セクタ…というように1セクタおきに記録パワーを ΔP_0 づつ増加しつつ所定の信号を記録していく。

【0041】S5で $k = 10$ になると、コントローラ10は $k = 0$ とした後(S6)、S7～S9の処理を繰り返し行い、先に記録したN+1トラックの消去を行う。即ち k の値で指示されるM+2・ k セクタを消去パワー P_B で消去(S7)、 $k = k + 1$ (S8)、 $k = 10$ であるかどうかの判定(S9)を繰り返し行い、N+1トラックをMセクタ、M+2セクタ、M+4セクタ…というように順に消去していく。消去パワー P_B としては、クロスイレースを生じるパワーよりも十分に小さいパワーに設定するものとし、このとき当然N+1トラックに消し残りが発生するが、N+1トラックのクロストークを低減するには十分な効果が得られる。また、消去時ににおいては、光変調方式、磁界変調方式などに応じてバイアスマグネットからディスク1に磁界を印加するものとする。

【0042】消去を終了すると、コントローラ10は $k = 0$ とした後(S10)、S11～S13の処理を繰り返し行い、N+1トラックに隣接するNトラックの再生を行う。即ち、NトラックをMセクタ、M+2セクタ、M+4セクタ…というように1セクタおきに再生し、各々のセクタごとにレベル検出回路7で再生信号レベルを検出する。そして、得られた再生信号レベルをA/Dコンバータ8から取り込み、メモリに記憶させておく。S13で $k = 10$ になると、コントローラ10は先の説明と同様に、記録パワーと再生信号レベルの関係から最適記録パワーを決定する(S14)。

【0043】本実施形態では、Nトラックを再生する前に信号を記録したN+1トラックを消去するので、Nトラックを再生するときにN+1からのクロストーク成分を低減することができる。この結果、検出精度が高くなり、より最適な記録パワーを得ることができる。なお、第3の実施形態においても、第1の実施形態と同様に光磁気ディスクで光変調方式のランド・グループ記録、光磁気ディスクで磁界変調方式のランド・グループ記録などに使用することができる。また、光磁気ディスクで光変調方式の場合に最適消去パワーを得るために前述のように最適記録パワーに1以下の所定値を乗算して求めてよいし、信号の記録の際にレーザ変調波形を変えて同様の方法で決定してもよい。

【0044】次に、本発明の第4の実施形態について説明する。本実施形態は、相変化タイプの光ディスクにランド・グループ記録を行う場合のテスト記録方法、特にマークポジション記録の場合に好適に使用することができる。図12は本実施形態のテスト記録方法の手順を示したフローチャートである。なお、本実施形態の相変化光ディスクを用いて情報の記録、再生を行う装置の構成は図1と同じであるものとする。但し、図1の光ディスク1は相変化タイプのディスク、コントローラ10は相変化ディスクの記録原理に基づいた情報の記録及び記録情報の再生を行うものとする。図12において、テスト記録に際し、まず、コントローラ10は各部を制御してN-1, N+1トラックを消去し、Nトラックに所定の記録条件で記録を行う(S1)。このときの記録は所定のマーク長の連続パターンを記録するものとし、またNトラックに記録する際の記録パワーとしては、通常の記録の記録パワー乃至多少クロスライトの生じる可能性のある記録パワーまでの範囲内の記録パワーとする。

【0045】Nトラックの記録を終了すると、コントローラ10はレーザドライバー5を制御してバイアスパワー P_B の初期値を P_0 に設定し、バイアスパワー及び消去すべきセクタを指示する k の値を0に設定する(S2)。次いで、コントローラ10は前述のように予めNトラックに所定の信号を記録した状態でそれに隣接するN+1トラックの消去を行う。即ち、N+1トラックのM+2・ k セクタをバイアスパワー P_B で消去する(S3)。この場合、 $k = 0$ であるので、N+1トラックのMセクタをバイアスパワーの初期値 P_0 で消去する。次いで、コントローラ10は $k = k + 1$, $P_B = P_0 + k \cdot \Delta P_0$ とし(S4), $k = 10$ であるかどうかを判定する(S5)。このときは、 $k = 1$ であるので、再びS3に戻って同様の処理を行う。

【0046】即ち、コントローラ10はS3～S5の処理を繰り返し行い、N+1トラックのMセクタに続いて、M+2セクタ、M+4セクタ…というように1セクタおきに消去し、かつセクタごとに消去パワーを ΔP_0 づつ増加していく。図13(a)にこのときのレーザパワー P_B を示している。消去パワー P_B は前述のようにセクタごとに ΔP_0 づつ増加されるので、消去パワーの増加に伴い、図13(b)のようにN+1トラック上の消去ビームの照射範囲は次第に隣接トラックにまで広がりをみせている。そのため、図13(c)のようにNトラックに記録されたマークも消去パワーの増加に伴って一部が消去されており、クロスイレースが生じている。

【0047】S5で $k = 10$ になり、N+1トラックの消去を終了すると、コントローラ10は $k = 0$ とした後(S6)、各部を制御してNトラックのM+2・ k セクタを再生し、再生信号のレベルを検出する(S7)。このときは $k = 0$ であるので、NトラックのMセクタの再生レベルを検出する。再生信号レベルはレベル検出回路

7で検出され、得られた再生レベルはA/Dコンバータ8でコントローラ10に取り込まれる。但し、本実施形態では、レベル検出回路7は再生信号振幅のP-P値を検出するものとする。コントローラ10は再生レベルをセクタ番号と対応させてメモリに記憶させておく。次いで、コントローラ10はk=k+1とし(S8)、k=10であるかどうかを判定する(S9)。このときは、k=1であるので、S7から同様の処理を行う。即ち、コントローラ10はS7～S9の処理を繰り返し行い、NトラックのMセクタに統いてM+2セクタ、M+4セクタ…というようにNトラックを1セクタおきに再生し、セクタごとの再生レベルを検出していく。

【0048】図13(d)にNトラックの再生信号、図13(e)にレベル検出回路7の検出レベルを示している。本実施形態では、前述のようにレベル検出回路7は再生信号の振幅(P-P値)を検出している。消去パワーを増加していくと、前述のようにクロスイレースが生じるのであるが、このクロスイレースの発生に伴い、図13(d)、(c)に示すように再生信号の振幅も低下し始めていることがわかる。S9でk=10となり、Nトラックの再生を終了すると、コントローラ10は消去パワーとNトラックの各セクタで得られた再生信号振幅に基づいて最適バイアスパワーPBを決定する(S10)。

【0049】図14に消去レーザパワーとレベル検出回路7で得られた再生信号振幅の関係を示している。再生信号振幅は消去パワーが小さいときはほぼ一定であるが、所定の消去パワーになると、再生信号振幅は低下し始める。つまり、クロスイレースが発生すると、Nトラックのマークが消去されるので、クロスイレースが発生し始めた時点から再生信号振幅は低下する。コントローラ10は図14のように再生信号振幅が低下し始める直前のレーザパワーを最適バイアスパワーPBとして決定し、メモリに記憶させておく。

【0050】コントローラ10は、引き統いて最適記録パワーPwを決定する処理を行う。まず、コントローラ10は先の説明と同様にN-1、N+1トラックを消去し、Nトラックに所定の記録条件で記録を行う(S11)。Nトラックの記録条件としては、最適バイアスパワーのときの記録と同様に所定の連続パターンで、通常の記録の記録パワー乃至多少クロスライトを生じる可能性のある記録パワーまでの範囲内の記録パワーとする。次いで、コントローラ10は記録パワーPwの初期値をP0、kの値を0とした後(S12)、前述のように予めNトラックに記録した状態で、それに隣接するN+1トラックに所定の信号を記録する。即ち、N+1トラックのM+2・kセクタに記録パワーPw(初期値P0)で記録を行う(S13)。このとき、k=0であるのでMセクタに記録を行う。また、N+1トラックに信号を記録する場合は、Nトラックのマーク長よりも十分に長

いマーク長の信号を記録するものとする。

【0051】本実施形態では、N+1トラックにパルストレインと呼ばれる方法で記録を行い、ロングマークを形成している。即ち、図15(a)に示すようにレーザパワーPwを所定の間隔でオン、オフすることによって所定のマークを記録している。この場合は、相変化タイプの光ディスクのテスト記録であるので、図15(a)に示すようなレーザ変調波形、即ち、バイアスパワーPBに記録パワーPwを重畠した記録波形で記録を行っている。バイアスパワーPBは、S10で得られた最適バイアスパワーに設定している。

【0052】図12に戻る。コントローラ10はS13でN+1トラックのMセクタの記録を終了すると、S14で記録パワーPw=P0+k·ΔP0、k=k+1とし(S14)、k=10であるかどうかを判定する(S15)。このときは、k=1であるのでS13に戻って同様の処理を行う。即ち、コントローラ10はS13～S15の処理を繰り返し行い、N+1トラックのMセクタに統いてM+2セクタ、M+4セクタ…というように1セクタおきに記録パワーをΔP0づつ増加しながら所定のマークを記録していく。

【0053】図15(a)にこのときの記録波形を示しており、バイアスパワーPBは一定のまま記録パワーPwをセクタごとに一定量増加しつつ記録を行う。図15(b)はこのようにして記録されたN+1トラック上のマーク、図15(c)は予めNトラックに記録されたマークを示している。記録パワーPwの増加に伴い、図15(b)、(c)のようにN+1トラック上のマークが大きくなつてNトラック上のマークを消去するクロスイレースが生じている。また、更に記録パワーPwが増加すると、Nトラック上にマークが記録され、クロスライトを生じていることがわかる。

【0054】コントローラ10は、S15でk=10となつてN+1トラックの記録を終了すると、S16でk=0とした後、S17～S19でNトラックを再生する。即ち、S17～S19の処理を繰り返し行い、NトラックをMセクタ、M+2セクタ、M+4セクタ…の順に再生し、セクタごとにレベル検出回路7で再生信号振幅を検出する。検出された再生信号振幅はA/Dコンバータ8でコントローラ10に取り込まれ、セクタ番号と対応させてメモリに格納される。図15(d)はNトラックの再生信号、図15(e)はレベル検出回路7で検出された再生信号振幅を示している。Nトラックの再生信号は、図15(d)のようにクロスイレースによって振幅が小さくなり、クロスライトが生じると直流成分を含んで再生信号のP-P値は更に低下している。従つて、レベル検出回路7による再生信号振幅の検出レベルも図15(e)のようにクロスイレースやクロスライトに応じて低下している。なお、クロスイレースが始まるパワーより低いパワーにおいてPwの増加に伴い、クロ

ストーク量は微増するが、これは直流的なもので、再生信号振幅には影響しない。

【0055】コントローラ10は、S19でk=10となり、Nトラックの再生信号振幅の検出を終了すると、N+1トラックの記録パワーとNトラックの再生信号振幅に基づいて最適記録パワーP_Wを設定する(S20)。図14に以上のテスト動作によって得られた記録パワーと再生信号振幅を示している。再生信号振幅は図14のように、ある記録パワーで低下し始めている。これは、クロスイレースが発生したことを見せており、コントローラ10は再生信号振幅が低下し始める直前の記録パワーを最適記録パワーとして決定する。得られた最適記録パワーはメモリに記憶しておく。また、記録パワーが更に大きくなると、再生信号振幅は破線で示すように急激に低下しているが、これはクロスライトが生じたことを示している。コントローラ10はレーザドライバー5を制御して図9の記録波形のバイアスパワーP_B、記録パワーP_Wをそれぞれテスト記録で得られた最適値に設定する。以上で相変化光ディスクのランド・グループ記録のテスト記録を終了する。

【0056】なお、図14の再生信号振幅は、Nトラックを再生したときの再生信号振幅であるが、これは隣接トラック(N+1トラック)にマークが記録されているときのレベル検出回路7の出力をサンプリングして示したものである。つまり、コントローラ10は隣接トラックにマークが記録されているタイミングでレベル検出回路7の出力をサンプリングしている。この場合、記録マークを極めて長くすれば、サンプリングのタイミングの制御はバイアスパワーP_Bのテスト記録と同様に容易である。通常、バイアスパワーP_Bのテスト記録においては、P_Bが消去パワーを決定するパラメータであることから、本質的にはベタ点灯もしくは極めて長いテスト用マークを用い、テスト照射した部分の後端部をサンプリングすれば、再生信号レベルは十分に安定していて、その付近で多少サンプリングのタイミングがずれたとしても、精度の問題は生じることはなく、サンプリングのタイミングの制御は容易である。

【0057】一方、記録パワーP_Wにおいては、P_Wがマークを形成するためのパラメータであることから、機械的には短いマークを形成することも可能であるが、例えばテストマーク長が8Tで、チャネルクロック(T)を20nsとすれば、少なくとも160nsのサンプリングタイムの精度を要するため、結構実現が難しくなる。しかも、再生信号を取り込むためのA/Dコンバータも高速などを必要とし、コスト面からも不利である。そこで、図12における記録パワーP_Wのテスト記録においては、前述のようにテストマークを極めて長いものを用いるようにすれば(例えば、100T)、P_Wのテスト記録と同様にマークの後端部をサンプリングするだけで、精度の問題は生じず、サンプリングのタイミ

ングの制御は容易である。

【0058】また、N+1トラックへのロングマークの記録、非記録を適当なタイミングで交番させて行ない、マークが存在するときと存在しないときと、交互にレベル検出回路7の出力をサンプリングしてそれらの差分を評価に用いてもよい。即ち、最適記録(消去)パワーを再生信号レベルで評価する場合、先の説明のようにクロスイレースによって生じた再生信号振幅の低下量が所定値となるポイントを見つけ、そのポイントのパワーを最適値としている。つまり、ここで必要なのは、再生信号レベルの絶対値ではなく、初期状態からの低下量、即ち相対値である。そこで、前述のようにマークが存在するときと存在しないときで交互にサンプリングし、それを差分すると、評価に必要な再生信号レベルの相対値が得られる。この場合、基準となるレベル、即ちクロスイレースなどを生じていない部分(初期状態)のレベルの取り込みは、評価部分の取り込みと時間的にも位置的にも近接していた方が低下量、即ち、両者の差分の検出精度が向上することは明らかである。

【0059】逆に、基準レベルの取り込みと評価部分の取り込み位置が離れていると、例えばサーボのかかり具合の変化によって両者の間に本質的な差分以外にサーボのかかり具合の差が混入してしまい、精度の点から望ましくない。従って、テスト記録部分と非テスト記録部分を交番してサンプリングし、交番の度にその差分を取り込むようにすれば、両者の取り込みのタイミングは近接しているので、サーボの差の影響や回路の温度ドリフトの影響、あるいは低速ノイズなども除去することが可能である。また、バイアスパワーP_Bのテスト記録においても、消去区間と非消去区間を交互に形成して同様の処理を行うようにすれば、高精度化は可能である。特に、第4の実施形態では、図5と図14の比較で明らかのようにレーザパワーの最適値を検出する領域は再生レベルの変化率が小さく、精度を得にくいので、前述のような高精度化のための技術を用いるのが望ましい。

【0060】次に、以上の説明は、相変化タイプの光ディスクのマークポジション記録の場合に適用しうるテスト記録方法であるが、相変化光ディスクのマークエッジ記録の場合のテスト記録方法について説明する。マークエッジ記録においては、図16に示すような記録波形を用いて記録する方法が提案されている。この記録方法では、P_Wの波形は先頭で1.5Tの点灯、それに続いて1Tの周期でオン、オフするパルス点灯になっていて、1T周期のパルス点灯の数をマークの長さに応じて変えることで、所望の長さのマークを記録するというものである。また、記録波形の各パルス幅を記録すべきマーク長に応じて調整することで、再生信号のジッターを低減するものも提案されている。

【0061】相変化光ディスクのマークエッジ記録の場合の具体的なテスト記録方法としては、基本的にマーク

ポジション記録の場合のテスト記録と同じである。即ち、図12のフローチャートに従って最初に最適バイアスパワー P_B を求め、その後最適記録パワー P_w を決定する。最適バイアスパワー P_B のテスト記録においては図13で説明したようにNトラックに所定の信号を記録した状態で $N+1$ トラックをレーザパワーを変えながら消去を行う。そして、Nトラックを再生して再生信号レベルを検出し、図14のように得られたレーザパワーと再生信号振幅から最適バイアスパワー P_B を決定する。従って、最適バイアスパワーのテスト記録はマークポジション記録の場合のテスト記録と全く同じである。

【0062】一方、最適記録パワー P_w のテスト記録においては、図12のフローチャートに従い、Nトラックに所定の信号を記録した状態で、 $N+1$ トラックに記録パワーを変えながら所定の長さのマークを記録する。このときの各部の信号を図17に示している。 $N+1$ トラックにマークを記録する場合、図17(a)のようにマークエッジ記録の記録波形を用いて記録を行い、図17(b)のようなマークを記録する。この点のみがマークポジションのテスト記録と異なっている。つまり、マークポジション記録の場合、前述のとうりパワーマージンが広いため、ロングマークを形成するためのパルストレイン記録の方法にある程度の自由度が許容されるが、マークエッジ記録の場合、実動作に等しい記録波形を用いるということである。後はマークポジション記録の場合と同じで、図17(d)のようにNトラックを再生し、図17(e)のレベル検出回路7の出力を取り込んで、記録パワーと再生信号振幅から最適記録パワー P_w を決定する。

【0063】なお、マークエッジ記録においては、マークのエッジ位置に情報を持つので、前述のテスト記録の終了後に、更に次のようなマークのトラック方向の長さの調整を行うのが望ましい。即ち、マークエッジ記録は図16の記録波形を用いてマークを記録するのであるが、テスト記録終了後、図16の P_B 、 P_w をテスト記録で得られた最適バイアスパワー P_B 、最適記録パワー P_w に設定する。次に、この記録波形を用いてディスク1に、例えば2Tや3Tマークを記録し、それを再生して、正確な2Tや3Tのマークの長さになるように図16の記録波形のパルス幅を調整する。こうすることにより、隣接トラックへの不要な記録(消去)の発生を防止できるばかりでなく、マークエッジ位置の精度も確保でき、エラーレートの低い情報の記録を実現することができる。

【0064】次に、光磁気ディスクに光変調マークエッジ記録を行う場合の実施形態について説明する。図23は記録時のレーザの変調波形の一例を示している。光変調エッジ記録には、記録の前に消去を必要とするタイプと直接上書きが可能なダイレクトオーバーライトタイプがあるが、図中のP1からP3までの設定指針が異なる

るだけで、いずれも同様の変調波形が用いられる。

【0065】P1からP3までの各パワーレベルを持つ意味を簡単に説明すると、P1は事前消去を必要とするタイプにおいて、マークの先端と後端の形状を略対称にするため予熱を加えるものである。つまり、媒体への加熱開始時のパワーワン段差を加熱終了時のそれと比べて小さくすることにより、媒体上でのマークのエッジ部の温度プロファイルを揃えることができる。一方、ダイレクトオーバーライトタイプにおいてP1は媒体が持つ初期化磁界層の働きと共働して、記録データの消去を行わせしめるという意味を持つ。

【0066】P2とP3についてはそれぞれのタイプで異なることはなく、P2はマークを形成するのに必要なパワーであり、P3はマークの先端から後端にわたって熱平衡を保つべく、P2に対して微調整されたパワーである。この微調整によってディスク径方向への幅が均一なマークを形成することができる。通常、P0はリードパワー以下の値に設定される。

【0067】さて、事前消去を必要とするタイプにおいて、その最適消去パワーを求める方法は、相変化ディスクにおける P_B を求める動作と同様で、図12のフローチャートにそって行われる。もちろん、この時相変化ディスクとは異なり、消去磁界の印加を必要とする。最適記録パワーを求める動作は、P1、P2、P3の各パワーを所定の比率を保ったまま変化させることにより、相変化ディスクにおける P_w を求める動作と同様に行われる。

【0068】ダイレクトオーバーライトタイプにおいて最適記録パワーを求める動作は次のようにして行われる。まずP1を、相変化ディスクにおける P_B を求める動作と同様にして求める。この時のレーザパワーのプロファイルは図13(a)と同じである。このようにして求められたP1は隣接トラックにクロスイレースを生じさせず、かつその条件において最大値であるから、目的トラックの消去には十分な値となっている。

【0069】次に、このようにして求めたP1は固定とし、P2、P3を所定の比率を保ったまま変化させ、相変化ディスクにおける P_w を求める動作と同様に行われる。この時のレーザパワーの波形は図23の通りであるが、プロファイルは図17(a)に準じており、図中の P_B はP1であり、 P_w がP2、P3に相当するものとなる。

【0070】ところで、光磁気ディスクに対する光変調マークエッジ記録方式においては、記録密度が高いこと、光変調で良好なマークエッジを形成することは困難であることを理由に、十分な再生信号品質が得られる記録パワーの許容幅は狭い。従って、本実施形態によるテスト記録方法と再生信号品質に着目した他のテスト方法、例えばS/Nが最良になるように、または再生された信号のジッターを最小にするという指針で最適パワー

を求めるようなテスト方法を組み合わせて用いることが望ましい。

【0071】次に、本発明の第5の実施形態について説明する。本実施形態は、光磁気ディスクや相変化光ディスクに前述のようなテスト記録を行う場合、ランドとグループの両方で再生信号を評価して最適記録パワーなどを得るという例である。即ち図3のテスト記録領域では、再生信号を評価するNトラックはグループトラックであるが、このNトラックがグループトラックの場合とランドトラックの場合の両方でテスト記録を行うというものである。図18は本実施形態のテスト記録方法を示したフローチャートである。

【0072】図18において、テスト記録に際し、まずコントローラ10はランド部に対するテスト記録を行う(S1)。これは、以上説明した全ての実施形態のテスト記録が含まれ、例えば光磁気ディスクのテスト記録であれば図2、図10あるいは図11のフローチャート、相変化光ディスクであれば図12のフローチャートのテスト記録を実行する。もちろん、この場合は、Nトラックをランド部としてテスト記録を行う。得られた最適記録パワー、最適消去パワーなどの結果をランドデータとしてメモリに記憶しておく。ランド部に対するテスト記録を終了すると、コントローラ10はグループ部に対してテスト記録を行い、得られた結果をメモリに記憶しておく(S2)。

【0073】通常の記録動作においては、コントローラ10は記録要求があると(S3)、ランド部に対する記録であるのかどうかを判断する(S4)。もし、ランド部に対する記録であれば、コントローラ10はS1で得られたランドデータを用いて半導体レーザの光出力を設定し、ランド部に対して記録を行う(S5)。一方、グループ部に対する記録であった場合は、コントローラ10はS2で得られたグループデータを用いて半導体レーザの光出力を設定し、グループ部に対して記録を行う(S6)。このように本実施形態では、ランド部とグループ部の両方に対してテスト記録を行い、ランド部とグループ部に記録する場合、各々対応したテスト記録結果を用いて記録するので、ディスクにランドとグループの溝形状にアンバランスがあつても、ランドとグループに各々最適パワーで情報を記録することができる。

【0074】次に、本発明の第6の実施形態について説明する。この実施形態は、テスト記録の結果から最適パワー決定する場合、最適パワーを精度よく検出する方法に関するものである。図5においては、最適記録パワーを決定する場合、前述のように変曲点を見つけたり、所定の再生レベルとの交点の記録パワーを最適記録パワーにすると説明したが、この方法ではクロストークが多い場合や再生系の利得が変化した場合などで十分な検出精度を得られない可能性がある。本実施形態は、この点を改良し、クロストークや再生系の利得の変化などによら

ず、最適パワーを高精度で決定するものである。

【0075】本実施形態の具体的な最適パワーの決定方法を図19に示している。図19の最適パワーの決定方法は、以上の全ての実施形態の最適パワーの決定処理に適用することができる。即ち、図2のS10の最適記録パワーの決定、図10及び図11のS14の最適記録パワーの決定、図12のS10の最適バイアスパワーの決定、図12のS20の最適記録パワーの決定に、図19のフローチャートの処理を実行することによって最適パワーを高精度で検出することが可能である。具体的な方法を図1、図19を参照して説明する。図19において、まず、コントローラ10はkの値を0とする(S1)。このkは図2などで説明したものと同じである。

【0076】次いで、コントローラ10はM+2·kセクタの再生時のレベル検出回路7のレベル値と、M+2·(k+1)セクタの再生時のレベル値との差分△Lを算出する(S2)。例えば、図2のフローチャートのテスト記録を例にとると、N+1トラックに記録パワーをセクタごとに所定量づつ増加しながら記録を行った後、Nトラックを再生して再生レベルを検出するのであるが、このときに再生されるMセクタのレベル値とその次のM+2セクタのレベル値との差分を算出する。続いて、得られた差分△Lと予め決められた所定値を比較し(S3)、△Lが所定値よりも小さければ(S3がNo)、k=k+1とした後(S4)、k=10かどうかの判定を行う(S5)。この場合は、k=1であるので、再びS2に戻って同様の処理を行う。即ち、S2～S5の処理を繰り返し行い、kの値が1つづつ増加することにkで指示されるセクタとその次のセクタの差分のレベル値を順次算出していく。

【0077】S3において、△Lが所定値よりも大きくなると(S3がY)、コントローラ10は詳しく後述するようにその直後のkの値で指示されるM+2·(k+1)セクタの再生時のデータ(レベル値)とその次のM+2·(k+2)セクタの再生時のレベル値を用いて最適値を算出する(S6)。図20に記録パワーとレベル検出回路7によるレベル値の関係を示している。再生信号のレベル値は記録パワーの増加に伴って少しづつ増加し、記録パワーP1を越えるとレベル値の傾きは急激に立ち上がっている。このP1で△Lが所定値よりも大きくなり、S6で最適パワーの算出処理を行う。S6においては、コントローラ10はP1を越えた直後のA、Bのレベル値を図20のように補助線で示す直線で結び、その延長線とレベル値が0の直線との交点における記録パワーを求める演算処理を行い、得られた交点の記録パワーPthを最適パワーとして決定する。以上で最適パワーの決定処理を終了する。

【0078】また、図12のテスト記録においては、図14で説明したように最適バイアスパワー、最適記録パワーのいずれも記録(消去)パワーの増加に伴って再生

信号振幅は低下する。この場合の記録パワーと再生信号振幅の関係を図21に示している。このときの最適パワーの決定に際しても、記録パワー P_1 で ΔL が所定値よりも大きくなった直後においてA、Bを補助線で結び、その延長線と再生信号振幅の最大値の直線との交点における記録（消去）パワー P_{th} を求ることで、最適パワーを決定する。従って、この場合は、補助線の傾きの極性が異なるだけで、同様の方法で最適パワーを得ることができる。

【0079】本実施形態では、 ΔL が所定値を越えた後の領域において2点の再生レベル値を直線で結び、その延長線と再生信号のレベル値が0（または最大値）の直線との交点の記録パワーを最適パワーとして決定するので、 ΔL が所定値を越えた後の再生信号のレベル値の傾きが大きい領域ではクロスライトを生じており、クロストークよりも十分に大きなレベル値で評価するため、最適パワーの決定に際しクロストークの影響を小さくすることができる。また、再生系の利得が変動し、再生信号レベルが変化しても、前述のように再生信号レベルの相対値に基づいて最適パワーを検出するので、再生系の利得の変動の影響を受けることがなく、精度よく最適パワーを検出することができる。

【0080】なお、最適パワーの検出方法として、更に図20、図21の補助線とクロストークの増加を示す直線との交点におけるパワーを最適パワーとして決定してもよい。即ち、図22に示すように ΔL が所定値以下であって、 P_{th} に近接した評価点を2点以上選択した後、それらの点を最小自乗法で直線近似し、得られた直線と前述の直線との交点における記録パワー P_{th} を最適値として決定する。こうすることにより、 P_{th} に達するまでの区間でもクロストークの影響で再生レベルは緩やかに変化しているが、このようなクロストークの影響も除去できるため、更にクロストークの影響を低減して、より正確に変曲点（最適値）を検出することができる。

【0081】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、次の効果がある。

（1）記録媒体の所定トラックに所定の信号を記録し、信号の記録されたトラックの隣接トラックを複数の異なる消去パワーで消去し、信号の記録されたトラックの再生信号と複数の異なる消去パワーに基づいて最適消去パワーを設定しているので、ランドとグループの両方に情報を記録するランド・グループ記録において隣接トラックを消去することができなく、正確に目的トラックのみを消去することができる。

（2）相変化記録媒体においても同様に最適パワーが得られ、ランド・グループ記録において好適なテスト記録方法を提供することができる。また、光磁気記録媒体へのダイレクトオーバーライト時の多値変調方式においても、それぞれの最適パワーが得られる。

（3）消去パワーを再生信号の振幅が低下し始める直前のパワーに設定することにより、隣接トラックに既に書き込まれている情報の劣化を生じることがなく、しかも、消去すべき情報を完全に消去しうる最大消去パワーに設定することができる。

（4）消去パワーを消去パワーの増加に伴って変化する再生信号の振幅の変化率が所定値以上の領域で少なくとも2点の再生信号振幅を結んだ直線と、再生信号の振幅の略最大値の直線との交点におけるパワーに設定することにより、再生信号の振幅を直接検出するのではなく、ある程度振幅が低下した状態での、再生信号振幅の相対値に基づいて最適消去パワーを検出するので、再生系の利得の変動や測定位置の違いなどによる振幅変動などの影響を受けることがなく、精度良く最適消去パワーを設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光学的情報記録再生装置の一実施形態を示したブロック図である。

【図2】本発明のテスト記録方法の第1の実施形態を示したフローチャートである。

【図3】ディスクのテスト記録領域を示した説明図である。

【図4】図2の実施形態のテスト記録の過程の各部の信号を示した図である。

【図5】図2の実施形態のテスト記録で得られた記録パワーとレベル検出回路出力の関係を示した図である。

【図6】S/Nが最良となるようにテスト記録を行う場合のデューティー50%のピットを示した図である。

【図7】光磁気ディスクのテスト記録において最適消去パワーを得る場合の各部の信号を示した図である。

【図8】最適記録パワーと最適消去パワーのテスト記録を同時に行う場合のレーザパワーとディスクの記録位置を示した図である。

【図9】相変化光ディスクにマークポジション記録で記録する場合のレーザ変調波形を示した図である。

【図10】本発明の第2の実施形態のテスト記録方法を示したフローチャートである。

【図11】本発明の第3の実施形態のテスト記録方法を示したフローチャートである。

【図12】本発明の第4の実施形態のテスト記録方法を示したフローチャートである。

【図13】図12の実施形態で最適バイアスパワーを得る場合の各部の信号を示した図である。

【図14】図12の実施形態のテスト記録で最適バイアスパワーと最適記録パワーを得る場合のレーザパワーと再生信号振幅の関係を示した図である。

【図15】図12の実施形態において最適記録パワーを得る場合の各部の信号を示した図である。

【図16】相変化光ディスクのマークエッジ記録に用いられるレーザ変調波形を示した図である。

(14)

特開平10-69639

【図17】相変化光ディスクのマークエッジ記録のテスト記録において、最適記録パワー P_w を決定する場合の各部の信号を示した図である。

【図18】本発明の第5の実施形態を示したフローチャートである。

【図19】本発明の第6の実施形態を示したフローチャートである。

【図20】図19の実施形態の最適パワーを検出する動作を説明するための図である。

【図21】図19の実施形態の最適パワーを検出する動作を説明するための図である。

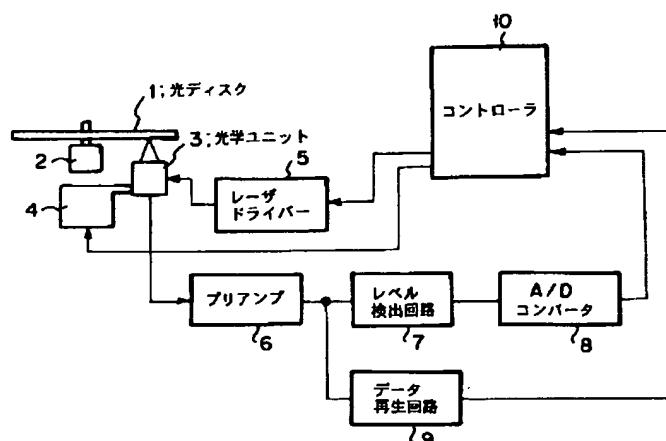
【図22】他の最適パワーを検出する方法を説明するための図である。

【図23】光磁気ディスクに対する光変調エッジ記録を行いう場合のレーザ変調波形を示す図である。

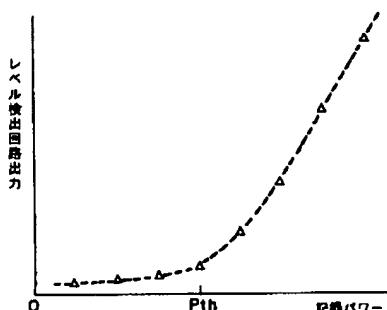
【符号の説明】

- 1 光ディスク
- 2 スピンドルエンモータ
- 3 光学ユニット
- 4 光学ユニット駆動系
- 5 レーザドライバー
- 6 プリアンプ
- 7 レベル検出回路
- 8 A/Dコンバータ
- 9 データ再生回路
- 10 コントローラ

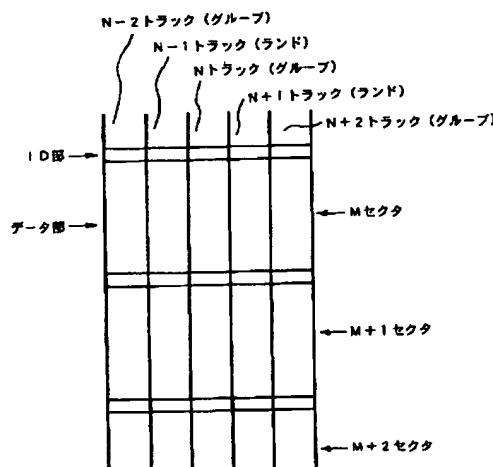
【図1】



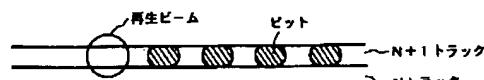
【図5】



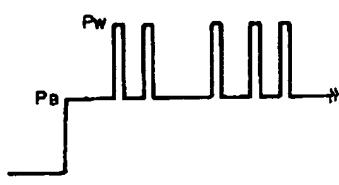
【図3】



【図6】



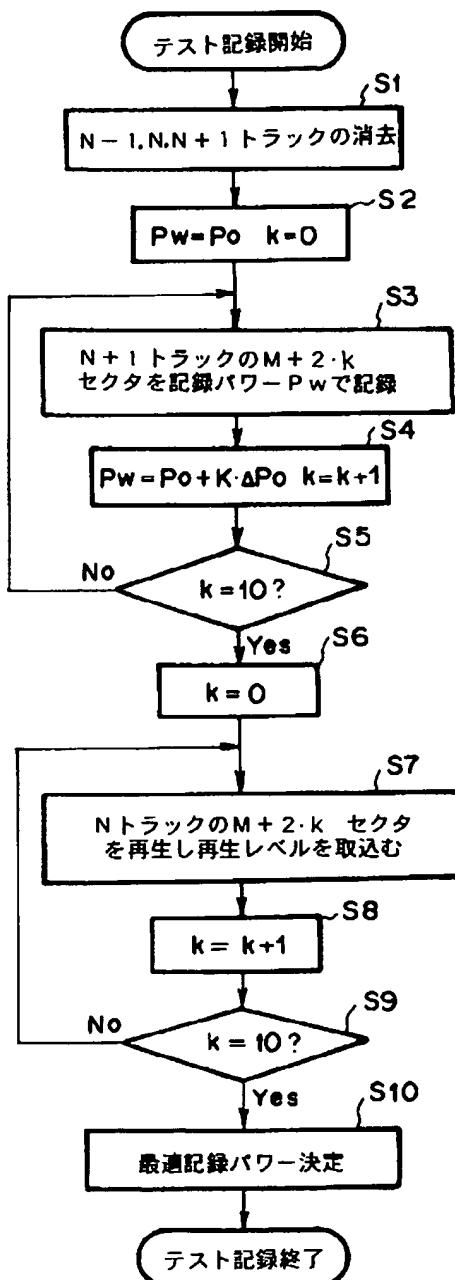
【図9】



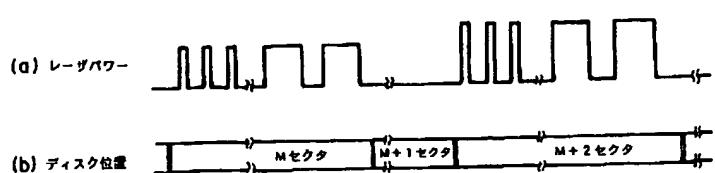
(15)

特開平10-69639

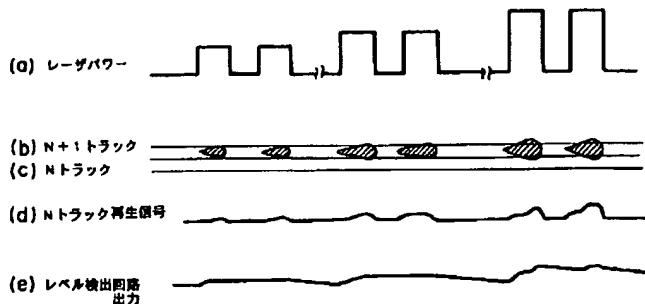
【図2】



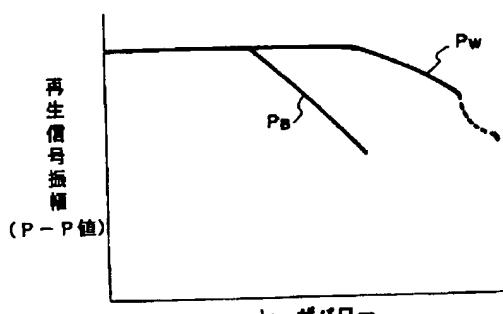
【図8】



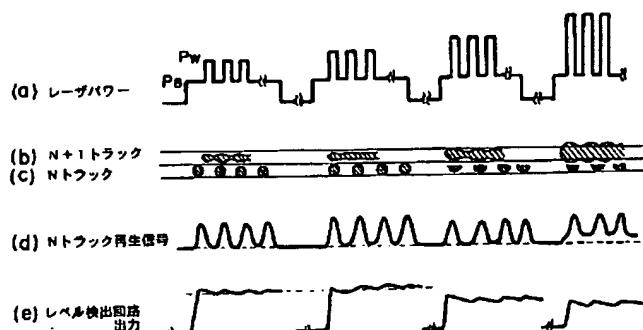
【図7】



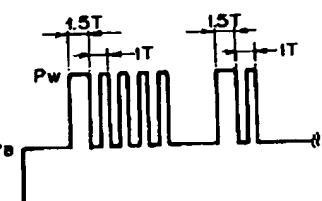
【図14】



【図15】



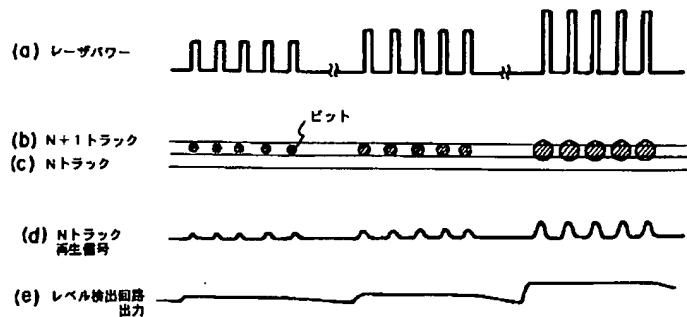
【図16】



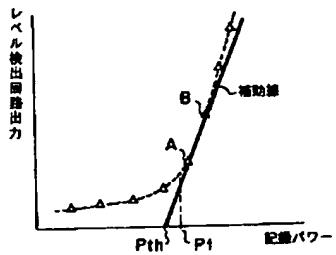
(16)

特開平10-69639

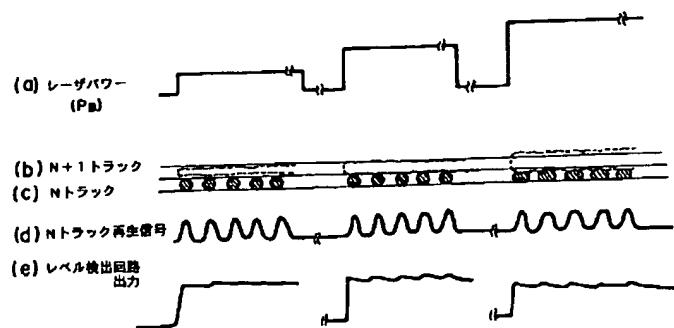
【図4】



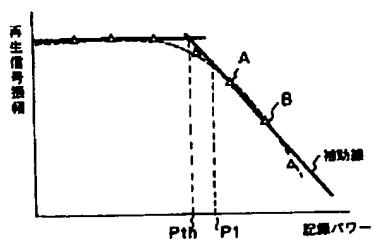
【図20】



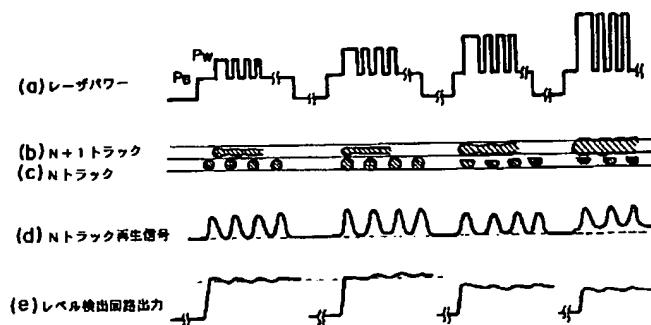
【図13】



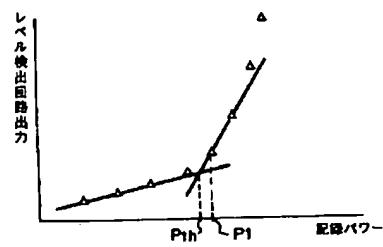
【図21】



【図17】



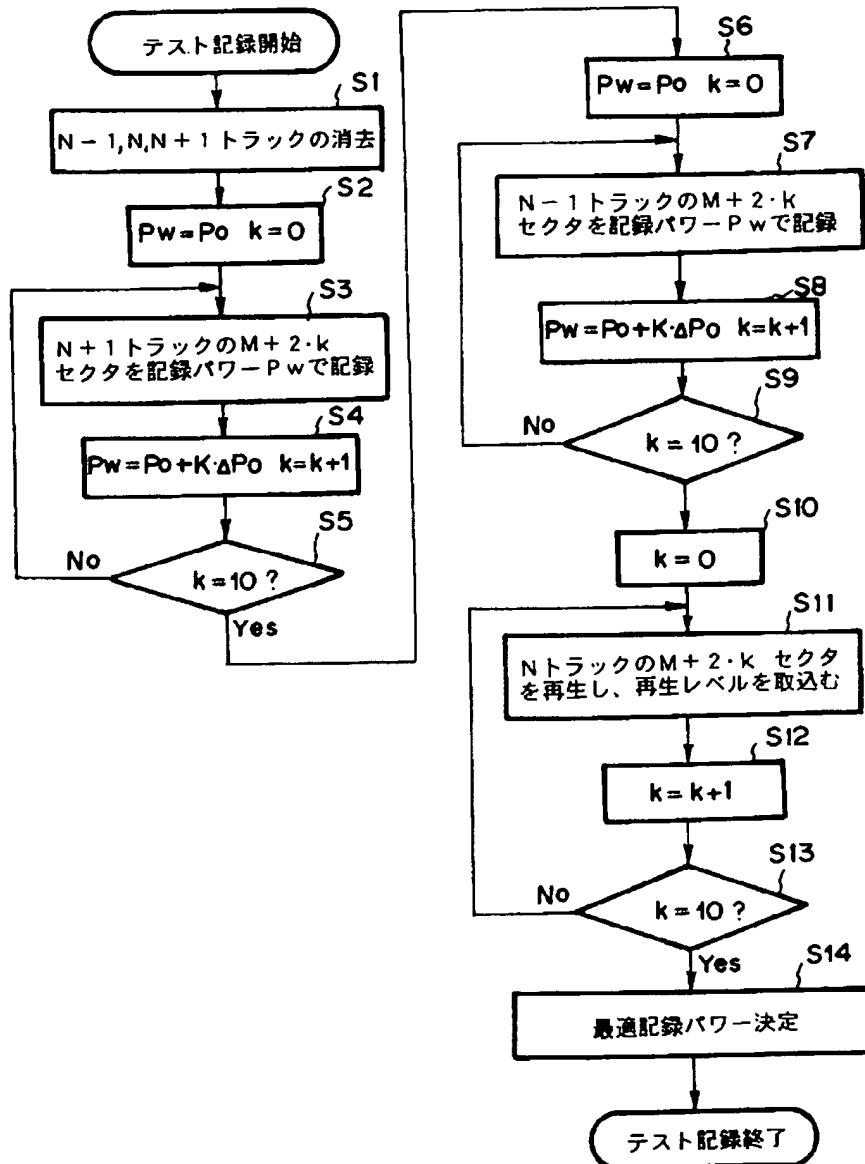
【図22】



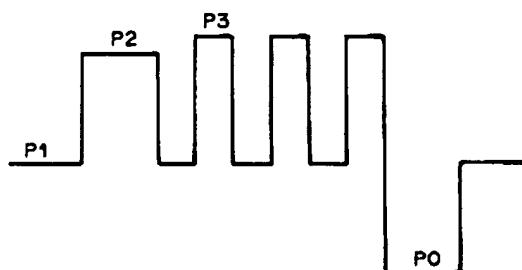
(17)

特開平10-69639

【図10】



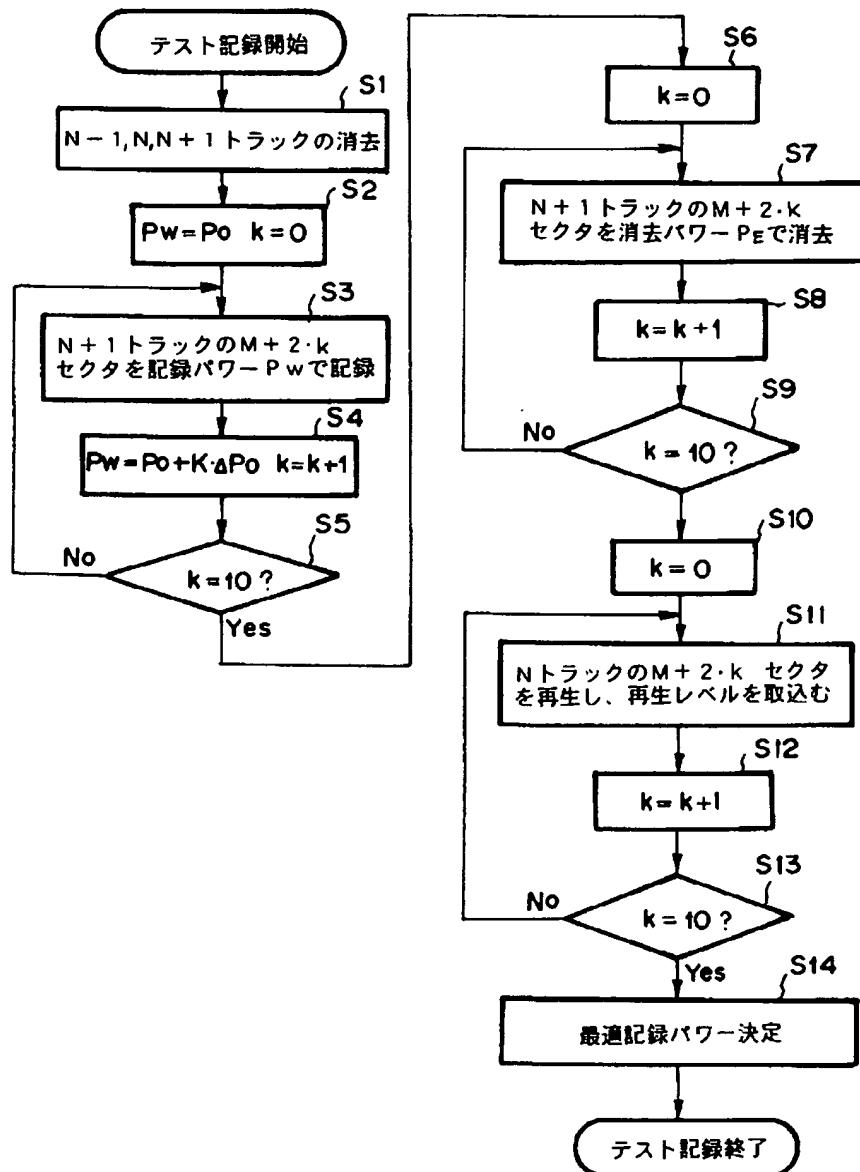
【図23】



(18)

特開平10-69639

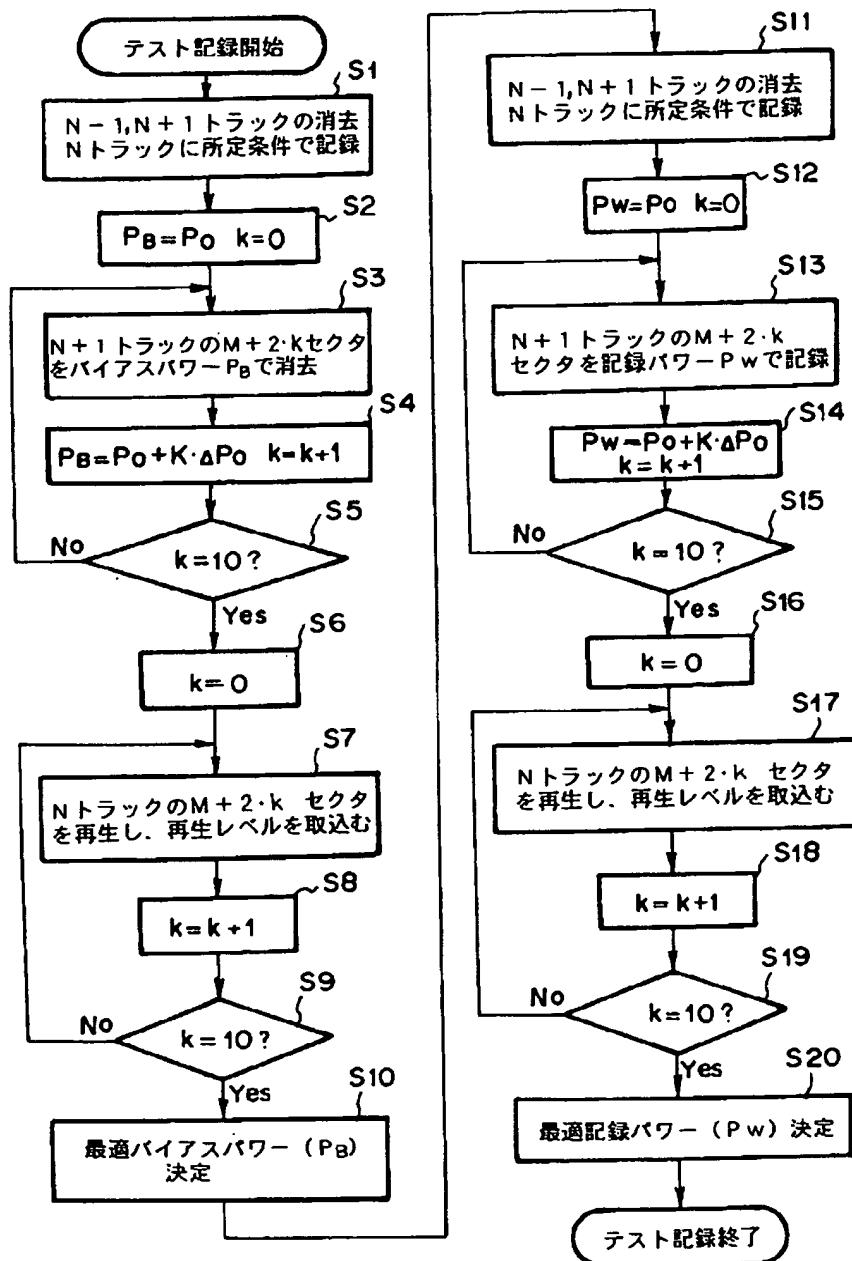
【図11】



(19)

特開平10-69639

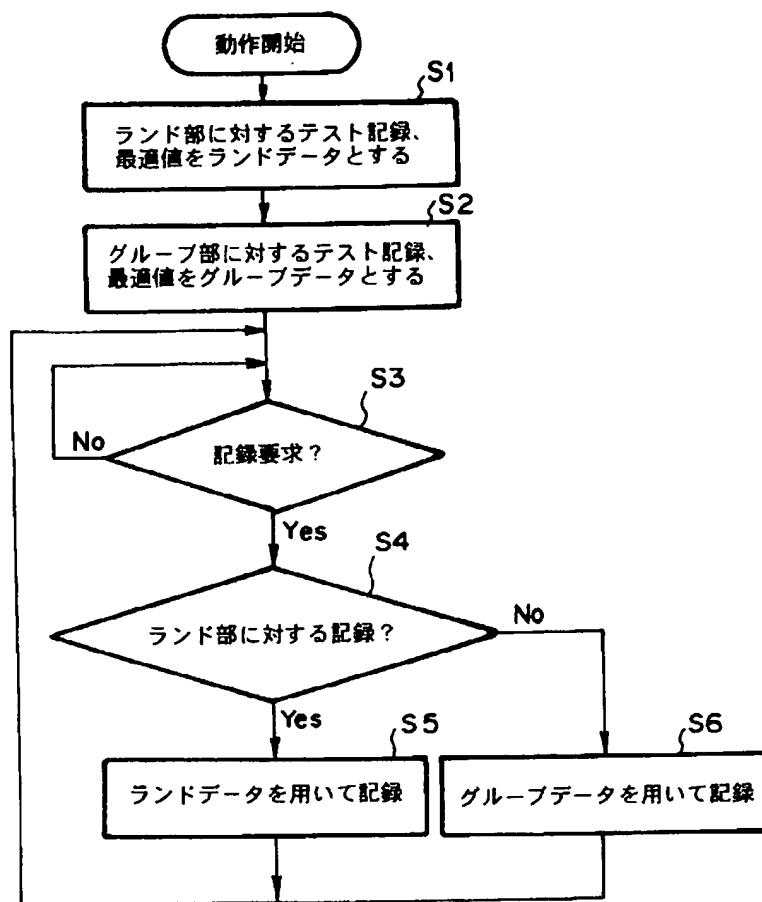
【図12】



(20)

特開平10-69639

【図18】



(21)

特開平10-69639

【図19】

